



(19)

CH PATENTSCHRIFT

A5

(11)

588 008

s

- (21) Gesuchsnummer: 1645/75
(61) Zusatz zu:
(62) Teilgesuch von:
(22) Anmeldungsdatum: 11. 2. 1975, 8¹/₄ h
(33) (32) (31) Priorität:

- Patent erteilt: 31. 3. 1977
(45) Patentschrift veröffentlicht: 31. 5. 1977

- (54) Titel: **Wärmedämmendes Fenster**

- (73) Inhaber: Dr. sc. techn. Fritz Kesselring, Küsnacht (Zürich)

- (74) Vertreter: Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, Winterthur

- (72) Erfinder: Dr. sc. techn. Fritz Kesselring, Küsnacht (Zürich)

Die Erfindung betrifft ein wärmedämmendes Fenster mit mindestens zwei durchsichtigen Scheiben oder Schalen, die einen Hohlraum gasdicht einschliessen und auf mindestens einer Oberfläche mit einem Belag versehen sind, der für sichtbares Licht weitgehend durchlässig ist, für Wärmestrahlung jedoch ein hohes Reflexionsvermögen aufweist.

Fenster der genannten Art sind bekannt («Elektrizitätsverwertung» 46, [1974], Nr. 12, Seite 458 ff.). Der mindestens auf einer Oberfläche aufgebrachte Belag dient dazu, die auf das Fenster auftreffende Wärmestrahlung möglichst weitgehend zu reflektieren, um während des Sommers die Wärmebelastung eines hinter dem Fenster liegenden Raumes möglichst gering zu halten und während des Winters Strahlungsverluste aus dem warmen Raum heraus durch das Fenster hindurch möglichst zu vermeiden.

Als Beläge, die einerseits Wärmestrahlung in hohem Masse reflektieren, für sichtbares Licht jedoch weitgehend durchlässig sind, eignen sich in bekannter Weise dünne Schichten aus Zinn- oder zinndotiertem Indiumoxid, die mit Hilfe bekannter Verfahren auf die Scheiben aufgedampft werden. Ferner sind, wie ebenfalls bekannt, auch dünne Metallaufdampfschichten, die beispielsweise aus Gold oder anderen geeigneten Metallen hergestellt werden können, als Reflexionsschicht mit den genannten Eigenschaften brauchbar. Lichtdurchlässigkeit und Reflexionsgrad lassen sich – ebenso wie u. U. die spektrale Zusammensetzung des durchgelassenen Lichts – dabei in gewissen Grenzen durch Änderungen der Schichtdicke variieren. Durch derartige Fenster, deren gasdicht geschlossener Innenhohlraum im einfachsten Fall mit Luft gefüllt ist, jedoch zur Vermeidung des Wärmedurchgangs infolge Wärmeleitung und -konvektion auch mit einem schlecht wärmeleitenden Gas, z. B. Krypton, gefüllt sein kann, wird die Wärmedurchgangszahl k , die für die Wärmeverluste durch das Fenster hindurch massgebend ist, etwa auf ein Drittel derjenigen eines konventionellen Fensters mit Doppelverglasung vermindert.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Wärmedurchgang durch Fenster der geschilderten Art weiter erheblich zu vermindern. Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Hohlraum zwischen den Scheiben auf einen Druck kleiner als 0,1 mbar evakuiert ist. Auf diese Weise werden Wärmeleitung und -konvektion weitgehend unterbunden, da bekanntlich die Wärmeleitung eines Gases stark abnimmt, wenn die mittlere freie Weglänge der Gasmoleküle grösser wird als der Abstand der Scheiben voneinander.

Um eine Wärmeleitung innerhalb der seitlichen Verbindungen der beiden Scheiben möglichst zu verhindern, ist es weiterhin zweckmässig, wenn die Scheiben über Verbindungsstücke miteinander vakuumdicht verbunden sind, deren Länge bei gleicher Dicke wie die der Scheiben mindestens das 1,5fache des Scheibenabstands beträgt. Die mechanische Festigkeit des neuartigen Fensters lässt sich verbessern, wenn zwischen den Scheiben Abstützelemente aus mindestens durchscheinendem, schlecht wärmeleitendem Material vorgesehen sind.

Die Wärmewirkung des neuartigen Fensters lässt sich auch verbessern, wenn eine der beiden Scheiben auf ihrer dem Hohlraum abgewandten Seite mit einem Reflexionsbelag versehen ist, der mit einer dünnen, für die auftreffende Strahlung möglichst weitgehend durchlässigen Schutzschicht überzogen ist, während die andere Scheibe auf ihrer dem Hohlraum zugewandten Fläche mit einem Belag versehen ist, und wenn ferner das Fenster so ausgebildet ist, dass die aussen beschichtete Scheibe wahlweise der Gebäudeinnen- oder der -aussen-seite zugekehrt werden kann, um sie jeweils der angrenzenden Atmosphäre höherer Temperatur zuzuwenden.

Schliesslich ist es selbstverständlich möglich, mindestens

eine der beiden Scheiben auf ihren beiden Oberflächen mit einem Reflexionsbelag zu versehen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung im Schnitt den prinzipiellen Aufbau eines Fensters gemäss der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 gibt schematisch die Anordnung von Abstützelementen, die im evakuierten Hohlraum zwischen den Scheiben angeordnet sind, wieder, während

Fig. 3 in grösserem Massstab einen Schnitt aus einem gleichartigen Schnitt wie Fig. 1 zeigt, wobei eine der beiden Scheiben beidseitig beschichtet ist.

Fig. 4 gibt ein weiteres Ausführungsbeispiel wieder.

Das Fenster gemäss Fig. 1 besteht aus zwei Scheiben 1 und 2, die einen Hohlraum 3 einschliessen. Längs ihres Umfangs gehen die Scheiben 1, 2 in je ein Verbindungsstück 4 über, dessen Länge grösser ist als der vertikale Scheibenabstand. Die Verbindungsstücke 4 beider Scheiben sind in Punkt 5 durch eine Schmelznaht miteinander verbunden, so dass Randbereiche mit V-förmigem Querschnitt entstehen. Diese Massnahme hat den Zweck, die Wärmedämmung von Scheibe 1 zu Scheibe 2 oder umgekehrt auf mindestens das 1,5fache einer senkrecht zu den Scheiben angeordneten Wand gleicher Dicke zu vergrössern.

Erfindungsgemäss ist der Hohlraum 3 auf einen Druck von mindestens 0,1 mbar evakuiert, d. h. auf mindestens eine solchen Vakuum gehalten, dass die bekannten Wirkungen einer Vakuum-Isolation erreicht werden. Bekanntlich besteht dabei eine Beziehung zwischen dem Abstand der Scheibe und dem für eine wirksame Isolierung erforderlichen Vakuum, so dass der Druck zwischen den Scheiben um so tiefer gehalten werden muss, je grösser der Scheibenabstand ist. Der zulässige Höchstdruck liegt bei der Annahme, dass die Scheiben einen für die Fensterherstellung geeigneten Abstand von 1–20 mm voneinander haben, zwischen etwa 5×10^{-2} und 5×10^{-3} mb.

Da die mechanischen Belastungen auf die den evakuierten Hohlraum 3 begrenzenden Scheiben 1, 2 sehr hoch sind – Druckbelastung von aussen etwa 1 bar –, sind, wie in Fig. 2 angedeutet, zwischen den Scheiben druckfeste, wärmeisolierende und zumindest durchscheinende Stützelemente 7 regelmässig verteilt angeordnet. Als Stützelemente 7 eignen sich beispielsweise Glasstäbchen von 2 bis 5 mm Durchmesser.

Die erwähnten Stützelemente 7 können in ihrer Zahl erheblich vermindert oder völlig vermieden werden, wenn die Scheiben 1, 2 aus gehärtetem Glas ausgeführt sind; derartige Glas, bei dem die Festigkeit gegen mechanische Beanspruchungen ein Mehrfaches der bei gewöhnlichem Fensterglas erreichten Werte beträgt, erhält man bekanntlich durch eine Wärmebehandlung und anschliessendes Abschrecken der Scheiben. Um die durch das Härten im Glas erzeugten Eigenschaften nicht wieder zu zerstören, ist es dabei vorteilhaft, wenn die Verbindung beider Scheiben in diesem Falle nach bekannten Verfahren durch Löten bei relativ niedrigen Temperaturen oder durch Kleben erfolgt.

Eine weitere Möglichkeit, die Stützelemente 7 entbehren zu machen, besteht darin, dass die Scheiben als nach aussen gewölbte Schalen ausgebildet werden, wie in Fig. 4 gezeigt; dadurch gelingt es, eine Biegebeanspruchung zu vermeiden und eine Belastung nur auf Druck zu erreichen, für welche Beanspruchung die Aufnahmefähigkeit von Glas bekanntlich sehr gross ist. Dabei können die Scheiben 1, 2 sowohl einfach – beispielsweise als Ausschnitt aus einer Zylinderfläche mit horizontaler Achse – als auch zweifach – beispielsweise kugelschalen- oder kissenförmig – gewölbt sein. Der oder die notwendigen Radien R (Fig. 4) der Wölbungen sind dabei der Dicke der Scheibe und der zulässigen Druckfestigkeit des

Gläser direkt sowie der gegebenen Druckbelastung umgekehrt proportional.

Um den Wärmedurchgang durch das Fenster infolge von Strahlung möglichst gering zu halten, ist jede der beiden Scheiben 1, 2 – in Fig. 1 – auf ihrer dem Hohlraum 3 zugewandten Oberfläche mit einem Belag 6 versehen, der im allgemeinen mit Hilfe eines der bekannten Aufsprüh- bzw. Aufdampfverfahren aufgebracht worden ist. Dieser Belag 6 soll die Eigenschaft haben, einerseits von dem sichtbaren Licht ($\lambda \approx 0,4$ bis $0,8 \mu\text{m}$) einen möglichst geringen Anteil zu absorbieren und zu reflektieren und andererseits die längerwellige Strahlung ($\lambda > 0,8 \mu\text{m}$) so weitgehend wie möglich zu reflektieren. Diese Eigenschaften haben beispielsweise Schichten von Zinnoxid (SnO_2) und Sn-dotierten Indiumoxid (In_2O_3) sowie dünne Schichten einiger Metalle, wie z. B. Gold.

Eine verbesserte Wärmedämmung gegen Strahlungsdurchgang ergibt sich, wenn auf eine der beiden Scheiben 1, 2 an der Aussenseite, d. h. der dem Hohlraum abgewandten Oberfläche (Fig. 3), eine Schicht 6' aufgebracht ist.

Zum Schutz gegen mechanische und/oder chemische Beschädigungen ist dieser Belag 6' mit einer dünnen und infolgedessen aufgrund ihrer geringen Dicke selbst im ungünstigsten Falle nur mit einer geringen Wärmeaufnahme und -Kapazität versehenen Schutzschicht 8 überzogen, die beispielsweise aus Polyäthylen oder Polyester oder einem anderen geeigneten Werkstoff gefertigt ist und nur eine Dicke von wenigen μm hat.

Wird ein derartiges Fenster während der Heizperiode so gestellt, dass der Belag 6' gegen den Innenraum zeigt, so werden einerseits durch diesen Belag Strahlungsverluste möglichst weitgehend durch direkte Reflexion vermieden, ohne dass die Strahlung als einfallender und als reflektierender Strahl zweimal die Scheibe 1 durchsetzen muss. Andererseits kann angenommen werden, dass die Scheibe 1 zusammen mit ihren Belägen 6' und 8 auf Grund des Wärmetransports infolge von Wärmeleitung und Konvektion aus dem Raum etwa Raumtemperatur hat; aufgrund des Temperaturgefälles gegen die Aussenseite 2 tritt daher ein gewisser Wärmeverlust durch die Eigenstrahlung der Scheibe 1 auf. Diese Abstrahlung wird jedoch weitgehend durch den Belag 6 auf der Scheibe 2 reflektiert und auf diese Weise ebenfalls in engen Grenzen gehalten.

Stellt man nun während der Zeiten, in denen der Raum künstlich gekühlt werden muss, die Scheibe 1 gegen die äussere Atmosphäre – wozu es beispielsweise zweckmässig ist, das Fenster als Wendefenster mit einer horizontalen oder vertikalen Drehachse auszubilden –, so ermöglicht der nunmehr nach aussen wirkende Belag 6' eine sehr gute Wärmedämmung gegen die Sonneneinstrahlung; andererseits hält die Schicht 6 der Scheibe 2 einen grösseren Teil der in diesem Fall vorhandenen Eigenstrahlung der etwa auf der Aussenlufttemperatur liegenden Scheibe 1 vom Raum fern.

Während Glas für Wärmestrahlung nahezu wie ein schwarzer Körper wirkt, also ein sehr hohes Emmissionsvermögen aufweist, ist dies bei einigen als Belagsmaterial für die Beläge 6 geeigneten Stoffen nicht der Fall. Die Eigenstrahlung der jeweils auf höherer Temperatur liegenden Scheibe lässt sich in beiden Fällen daher nochmals vermindern, wenn auf

die an ihrer Aussenseite beschichtete Scheibe 1 ein zweiter Reflexionsbelag 6 auf die dem Hohlraum zugewandten Oberfläche aufgebracht wird, was in Fig. 3 gezeigt ist. Selbstverständlich wird durch eine derartige dritte Schicht die Gesamtdurchlässigkeit des Fensters auch für sichtbares Licht unter Umständen herabgesetzt; daher ist es gegebenenfalls weiter vorteilhaft, zusätzlich zu dem Reflexionsbelag sogenannte Vergütungs- oder Interferenzschichten vorzusehen, wie sie auf dem Gebiet der optischen Technik schon lange bekannt sind.

Die Durchlässigkeit für sichtbares Licht und gleichzeitig in geringem Umfang die spektrale Zusammensetzung seines durchgelassenen Anteils und damit die im Innenraum erreichte Farbempfindung lassen sich in gewissen Umfang – ebenso wie das erreichte Reflexionsvermögen – durch eine Änderung der im allgemeinen je Belag etwa $0,1$ bis $1 \mu\text{m}$ betragenden Dicke der aufgetragenen Beläge 6 etwas variieren.

PATENTANSPRUCH

Wärmedämmendes Fenster mit mindestens zwei durchsichtigen Scheiben oder Schalen, die einen Hohlraum gasdicht einschliessen und auf mindestens einer Oberfläche mit einem Belag versehen sind, der für sichtbares Licht weitgehend durchlässig ist, für Wärmestrahlung jedoch ein hohes Reflexionsvermögen aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (3) zwischen den Scheiben (1, 2) auf einen Druck kleiner als $0,1$ mbar evakuiert ist.

UNTERANSPRÜCHE

1. Fenster nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Scheiben (1, 2) Abstützelemente (7) aus mindestens durchscheinendem, schlecht wärmeleitendem Material vorgesehen sind.

2. Fenster nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (1, 2) über Verbindungsstücke (4) miteinander vakuumdicht verbunden sind, deren Länge bei gleicher Dicke wie die der Scheiben (1, 2) mindestens das 1,5fache des Scheibenabstandes (a) beträgt.

3. Fenster nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass eine (1) der beiden Scheiben auf ihrer dem Hohlraum (3) abgewandten Seite mit einem Reflexionsbelag (6') versehen ist, der mit einer dünnen, für die auftreffende Strahlung möglichst weitgehend durchlässigen Schutzschicht (8) überzogen ist, während die andere Scheibe (2) auf ihrer dem Hohlraum (3) zugewandten Fläche mit einem Belag (6) versehen ist, und dass ferner das Fenster so ausgebildet ist, dass die aussen beschichtete Scheibe (1) wahlweise der Gebäudeinnen- oder -aussenseite zugekehrt werden kann, um sie jeweils der angrenzenden Atmosphäre höherer Temperatur zuzuwenden.

4. Fenster nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der beiden Scheiben (1, 2) auf ihren beiden Oberflächen mit einem Reflexionsbelag (6', 6) versehen ist.

5. Fenster nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (1, 2) aus gehärtetem Glas bestehen.

6. Fenster nach Patentanspruch oder Unteranspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben (1, 2) als konvex nach aussen gewölbte Schalen ausgebildet sind.

Fig. 1

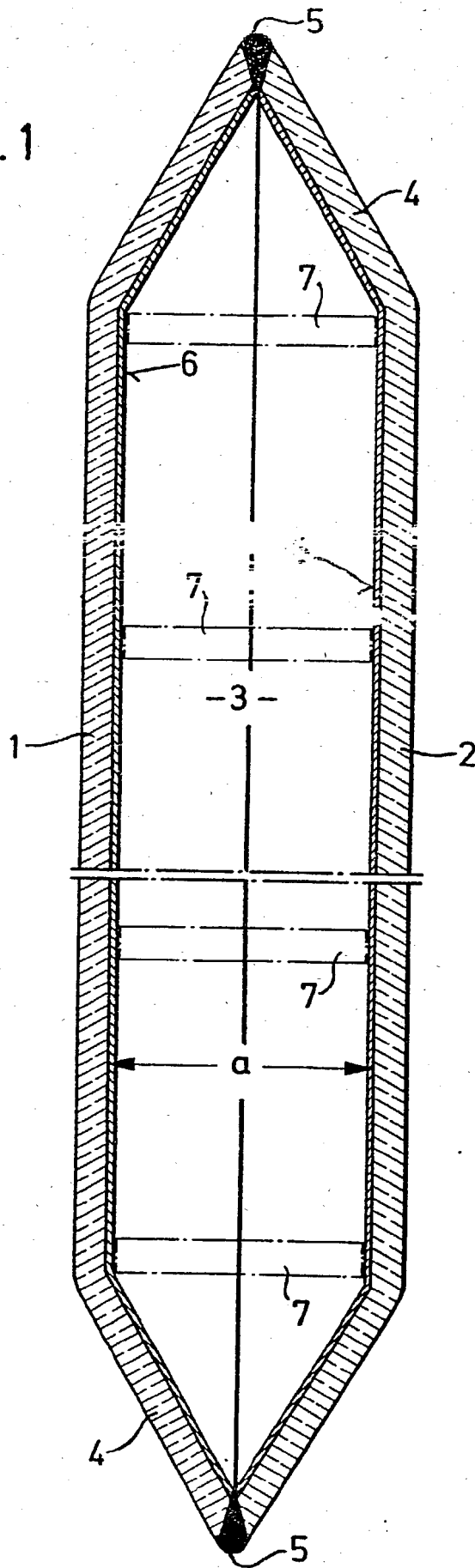


Fig. 2

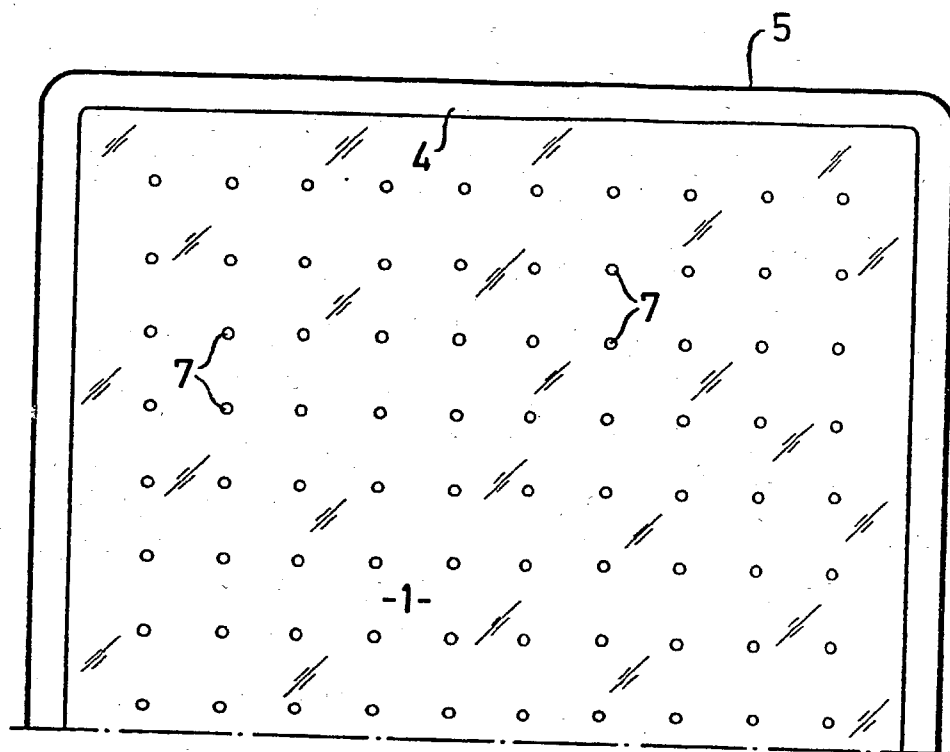


Fig. 3

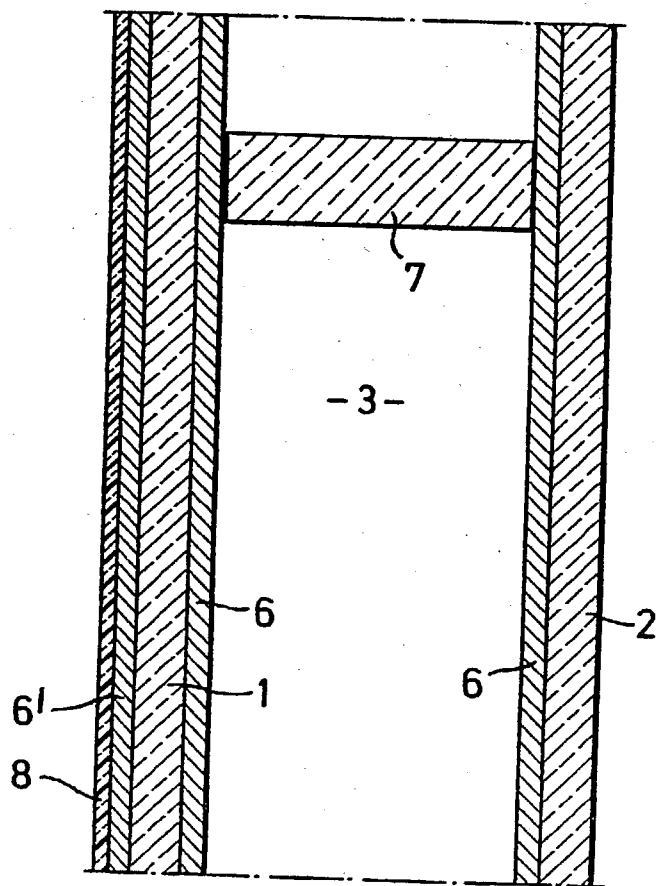


Fig. 4

